BACCALAUREAT BLANC

Décembre 2013

PHYSIQUE-CHIMIE
série S

DUREE DE L'EPREUVE : 3 h 30
COEFFICIENT : 6 ou 8 (pour les spécialistes Sciences-physiques)

L'épreuve a été conçue pour être traitée avec calculatrice.

L'usage des calculatrices est autorisé.

Le candidat SPECIALISTE SCIENCES-PHYSIQUES doit traiter les EXERCICES I, III ET IV, qui sont indépendants les uns des autres.

Le candidat NON SPECIALISTE doit traiter les EXERCICES II, III ET IV, qui sont indépendants les uns des autres.

LES EXERCICES SERONT REDIGES SUR TROIS COPIES DIFFERENTES

I. COMMENT EVITER LES DANGERS SONORES SANS PERDRE LA QUALITE DU SON LORS D'UN CONCERT EN PLEIN AIR ? (5 POINTS). (EXERCICE DE SPECIALITE).

II. DOSAGE D'UN ANTISEPTIQUE (5 POINTS).

III. AUTOUR DE L'ETHANOL (7 POINTS)

IV. LA MER SOUS SURVEILLANCE (8 POINTS).

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

EXERCICE N°I : COMMENT EVITER LES DANGERS SONORES SANS PERDRE LA QUALITE DU SON LORS D'UN CONCERT EN PLEIN AIR ? (5 POINTS) (EXERCICE DE SPECIALITE)

D'après http://123rf.com

Depuis les années 70, l'écoute de la musique à un niveau sonore élevé est devenue un véritable phénomène de mode et le risque de perte d'acuité auditive est aujourd'hui un véritable problème de santé publique.

En général les personnes atteintes se plaignent de sifflements dans l'oreille (d'acouphènes) ou de troubles de l'audition qui disparaissent le plus souvent après quelques jours de repos auditif. À long terme ces effets peuvent devenir permanents et l'audition dégradée de manière irréversible.

C'est pour cela que le niveau sonore pour les établissements diffusant de la musique est réglementé à 105 dB (décret 98- 1143 dit « lieux musicaux »). Le niveau des baladeurs est limité à 100 dB mais ce niveau peut être facilement amplifié par les écouteurs.

Il est donc important d'éduquer, d'informer et d'amener la population à réfléchir sur le handicap que peut engendrer l'exposition prolongée à des niveaux sonores trop élevés.

D'après Le pharmacien et l'oreille : conseil à l'officine, thèse soutenue par Adeline Zannoni
http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2008_ZANNONI_ADELINE.pdf

« Comment varie le niveau sonore en fonction de la distance ? Si le son n'est pas réfléchi ou diffracté, le niveau sonore perd 6 dB à chaque fois que l'on double la distance. Si le niveau sonore est de 90 dB à 3 mètres de l'instrument, il sera de 84 dB à six mètres. »

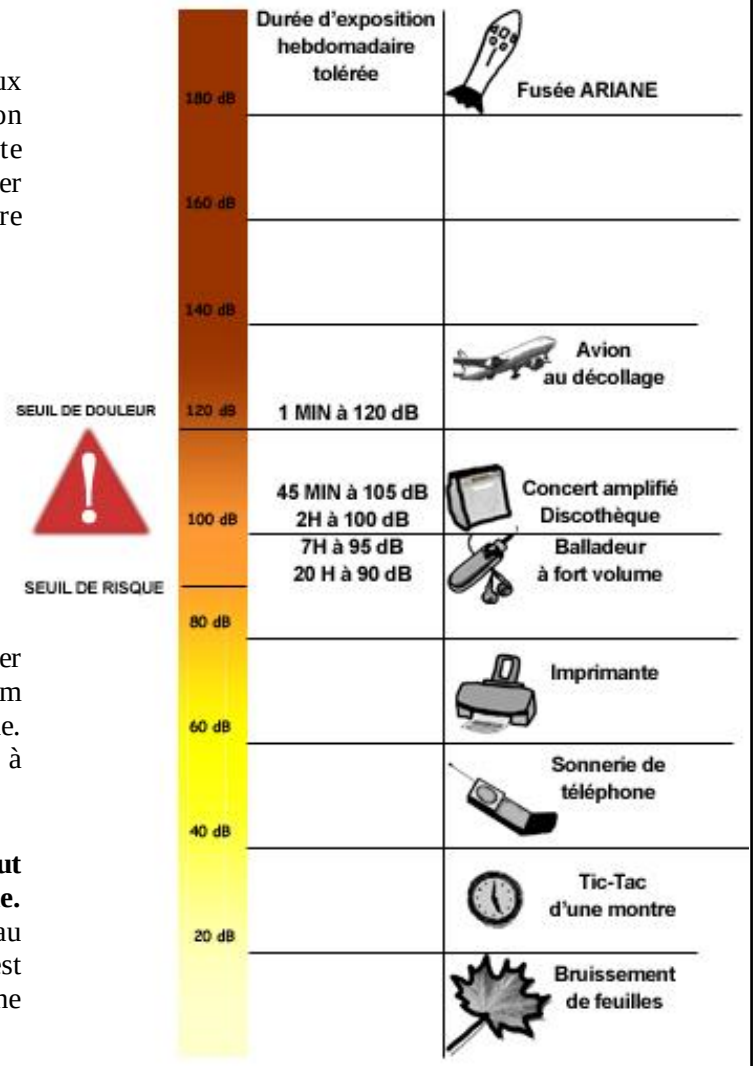
Niveau sonore de divers instruments à trois mètres, en plein air :

Clarinette	86 dB
Contrebasse	92 dB
Piano	94 dB
Trombone	107 dB
Grosse caisse	113 dB

D'après Le son musical de John Pierce

Document 1

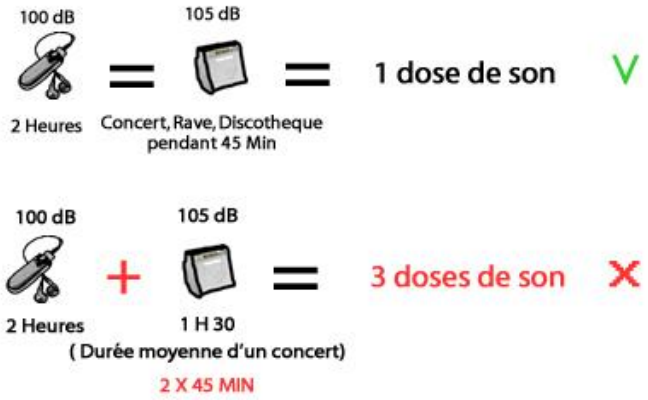
Même si nous ne sommes pas tous égaux face au son, voici la dose moyenne de son tolérable par semaine. Au-delà de cette dose, vous risquez de léser progressivement et définitivement votre audition.



Des oreilles dans la moyenne peuvent tolérer l'écoute d'un baladeur au niveau maximum (100 dB) pendant deux heures par semaine. Elles peuvent tolérer l'écoute d'un concert à 105 dB pendant 45 min.

Les doses de son s'additionnent. II ne faut pas dépasser une dose de son par semaine. Deux heures de baladeur au niveau maximum plus un concert à 105 dB c'est trois fois la dose de son tolérée par semaine ... il y a **DANGER** !

On estime que le risque existe à partir d'un niveau sonore de **90 dB**. Cependant, la douleur n'apparaît qu'à partir de **120 dB**, soit à une intensité sonore 1000 fois plus élevée que le seuil de risque. Les lésions peuvent survenir sans que l'on s'en aperçoive sur le moment. Mais le véritable danger n'est pas uniquement dans le niveau sonore : il se situe aussi dans la **dose de son**, c'est-à-dire le temps d'exposition à un niveau sonore donné.

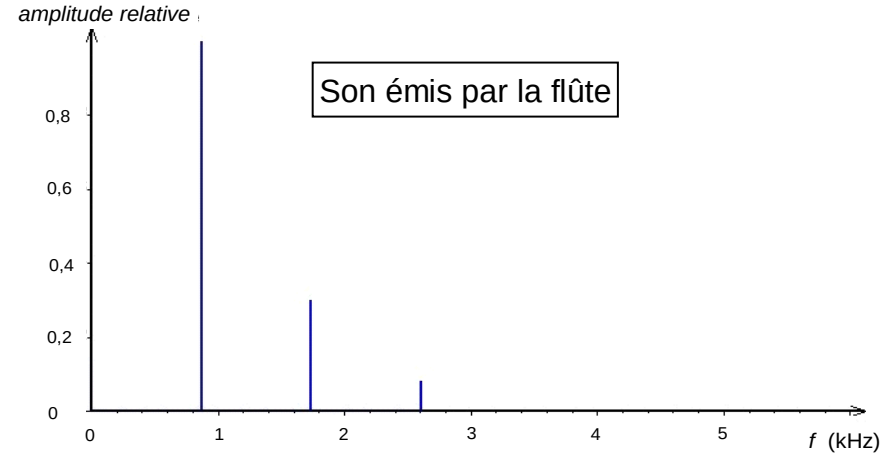


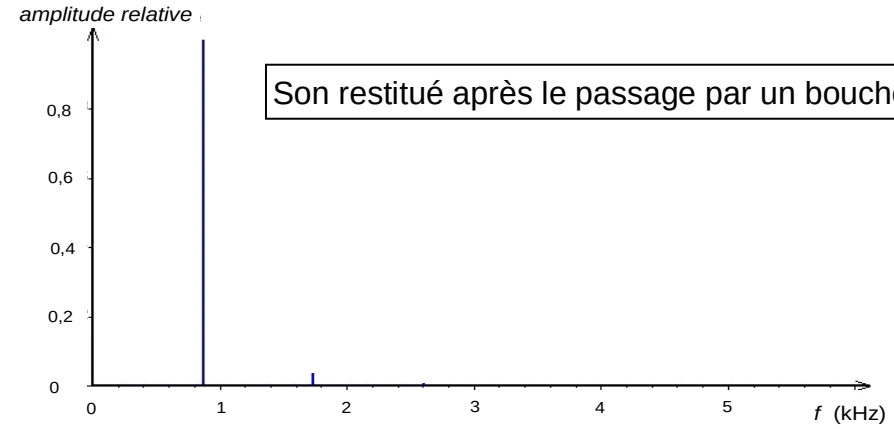
D'après http://www.agi-son.org

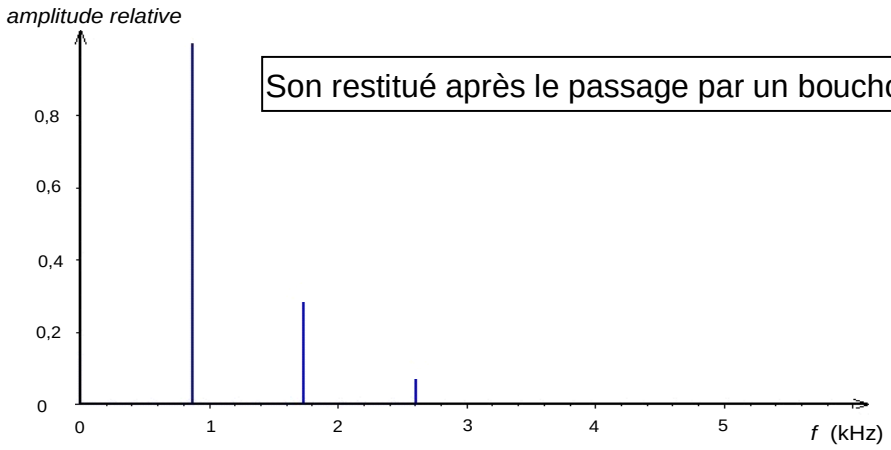
Document 2

De plus en plus, à l'entrée des festivals de musique, des discothèques ..., on voit des distributions gratuites de bouchons d'oreille en mousse.

Les courbes ci-dessous présentent l'enregistrement au laboratoire du son émis par une flûte et des enregistrements du son restitué par un bouchon d'oreille en mousse et un bouchon d'oreille moulé en silicone (très utilisé par les musiciens, mais de prix assez élevé) lorsque la note jouée est un la_4.

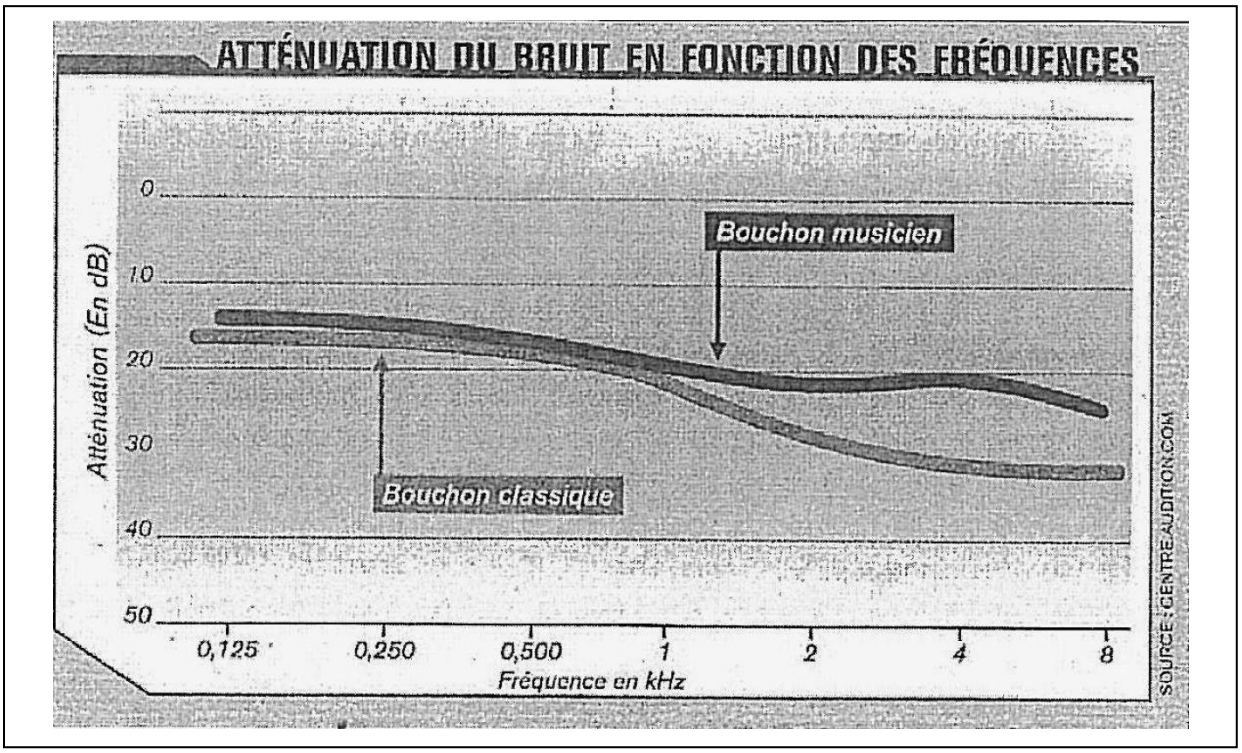






D'après Bac métropole 09/2009

Document 3



Document 4

Questions préliminaires (<u>Toutes les réponses doivent être justifiées</u>.)

1- Le son émis par la flute, dans le document 3, est-il un son pur ?
2- Le bouchon en mousse modifie-t-il la hauteur du son ?
3- Un lycéen se rend à un concert sans protection auditive. Il a déjà écouté son baladeur à 100 dB pendant une heure dans la semaine. Peut-il rester une heure à ce concert de niveau sonore 105 dB sans prendre de risques pour son audition ?
4- Les bouchons en silicone, utilisés par les musiciens, conservent-ils la hauteur et le timbre du son.
5- Si le niveau sonore est de 90 dB à trois mètres de l'instrument, Quelle est la valeur du niveau sonore à neuf mètres de l'instrument ?

Question de synthèse :

6- À partir des documents proposés et de vos connaissances personnelles, indiquez, en le justifiant, vos recommandations pour profiter d'un concert en plein air sans risques auditifs et tout en gardant intacte la qualité du son.

Vous prendrez soin, pour cela, d'utiliser la totalité des documents proposés, d'utiliser au moins une application numérique pertinente, d'apporter une solution au problème posé en veillant à structurer les informations recueillies, d'adopter un jugement critique argumenté et de rédiger un document d'au minimum 20 lignes dans un français correct.

EXERCICE N°II : DOSAGE D'UN ANTISEPTIQUE (5 POINTS) (EXERCICE POUR LES NON SPECIALISTES)

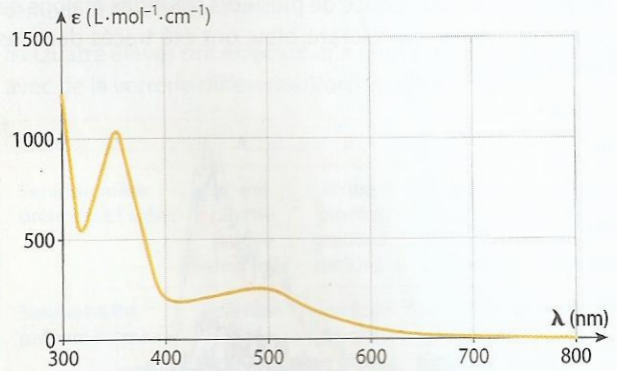
Document 1 La solution de lugol.

La solution de lugol est un antiseptique proposé par le médecin français Jean Guillaume Auguste Lugol au XIXe siècle. C'est une solution aqueuse de diiode I_2 et d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$).

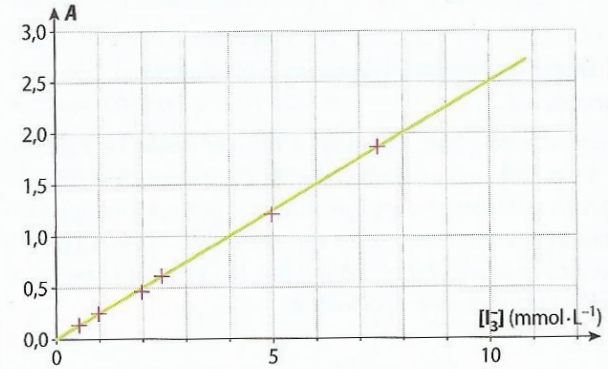
En présence d'un excès d'ions iodure I^-, le diiode réagit pour donner l'ion triiodure I_3^- selon la réaction $I_2 + I^- \rightarrow I_3^-$. Cette solution antiseptique est donc une solution d'ion triiodure de concentration molaire voisine de $c = 0{,}04\ mol \cdot L^{-1}$.

Document 2 Spectre UV-visible de l'ion triiodure (I_3^-) en solution aqueuse.

ε est le coefficient d'absorption molaire de l'espèce.



Document 3 Courbe d'étalonnage pour le dosage de l'ion triiodure (I_3^-) à une longueur d'onde λ = 500 nm, dans une cuve d'épaisseur *l* = 1 cm.



Document 4.

La valeur maximale de l'absorbance mesurable est 2.Après avoir été diluée dix fois, la solution de lugol est introduite dans une cuve de 1 cm de large. L'absorbance mesurée vaut alors 1 avec une longueur d'onde de 500 nm.

Questions préliminaires (Toutes les réponses doivent être justifiées.)

1- Après avoir rappelé la loi de Beer Lambert, vous justifierez l'unité du coefficient d'extinction molaire.

2- La radiation la mieux absorbée par la solution de lugol a une longueur d'onde de 350 nm. En vous aidant du document 7 de l'exercice 3, en déduire la couleur de la solution.

3- Donner l'ordre de grandeur du coefficient d'extinction molaire ε_{350} de l'ion triiodure I_3^- à $\lambda = 350$ nm et calculer l'absorbance théorique A_{350} d'une solution de lugol à 350 nm, dans une cuve d'épaisseur 1 cm.

Question d'analyse : La démarche scientifique doit être rédigée, les calculs clairement expliqués.

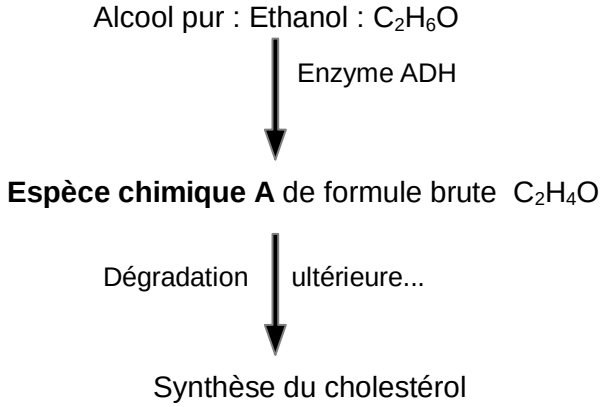
Justifier que le dosage du lugol soit effectué avec une radiation de longueur d'onde égale à 500 nm, et non pas 350 nm ,après dilution au dixième. Vous rappellerez le matériel utilisé pour effectuer une telle dilution. Puis vous retrouverez la valeur de la concentration molaire en tiiodure de cet antiseptique.

EXERCICE N°III: AUTOUR DE L'ETHANOL (7 POINTS) (COMMUN A TOUS LES ELEVES)

L'éthanol est utilisé comme carburant (incorporé dans l'essence), comme antiseptique, comme solvant, comme matière première…
L'éthanol est contenu à des degrés divers dans les boissons alcoolisées. Des campagnes de prévention sensibilisent sur les méfaits d'une consommation excessive et/ou régulière en matière de sécurité routière, de santé et de relations avec autrui (violence conjugale, …)

Première partie : Méfaits sur l'organisme

Document 1 :On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :
Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en **une espèce chimique notée A** par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). Le composé A de formule brute C_2H_4O est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, la molécule A est métabolisée par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).


Alcool pur : Ethanol : C_2H_6O
Enzyme ADH
Espèce chimique A de formule brute C_2H_4O
Dégradation ultérieure...
Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

La spectroscopie permet d'apporter des informations sur la structure des molécules et les fonctions organiques présentes. Elle permettra d'identifier la molécule A.

Questions relatives à l'éthanol :

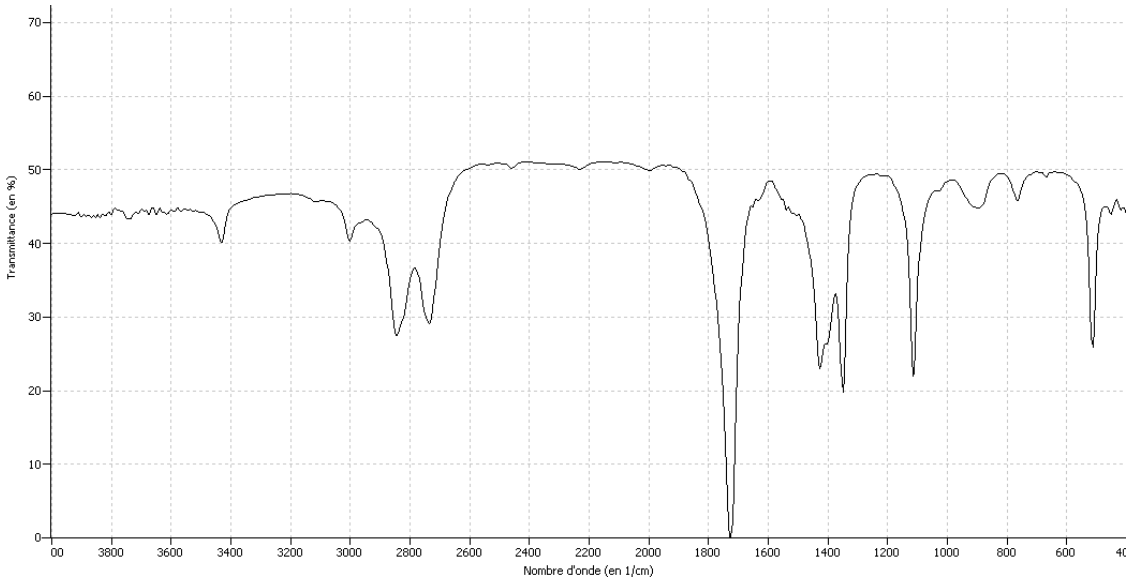
1.1 Après avoir représentée la formule développée de la molécule d'éthanol, entourer et nommer le groupe fonctionnel présent.

1.2 Montrer que le spectre infrarouge du document 2b est cohérent avec les liaisons observées entre les atomes de la molécule d'éthanol. (Interpréter pour cela les massifs A, B, C et D ; un massif peut éventuellement être la superposition de plusieurs pics d'absorption de liaisons différentes)

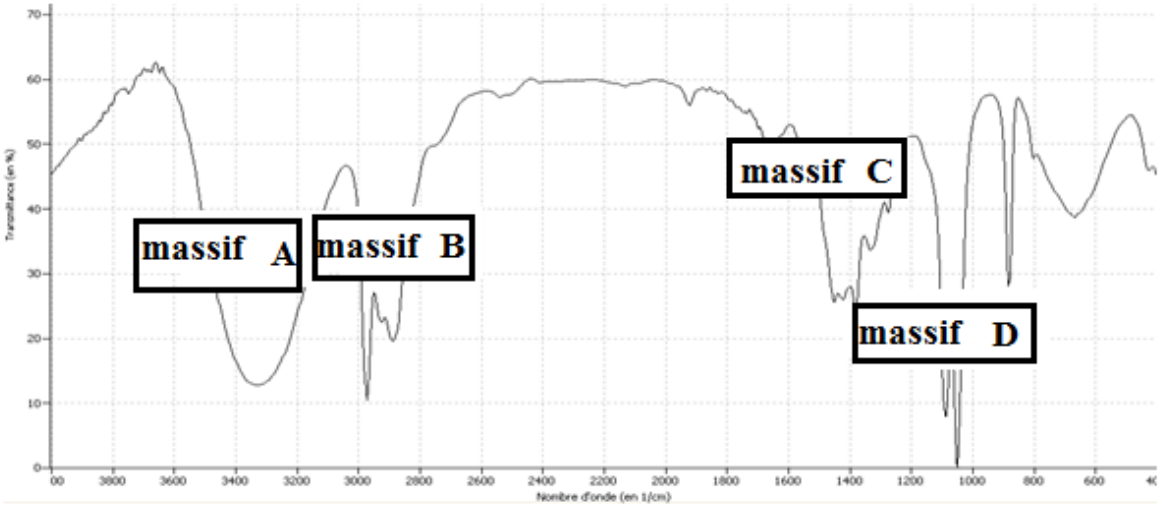
1.3 Parmi les 4 propositions présentées dans le document 3, préciser celle correspondant au spectre R.M.N. de la molécule d'éthanol (la réponse devra être argumentée)

Questions relatives à l'espèce chimique A :

1.4 Identifier l'espèce chimique A en précisant son nom et sa formule semi-développée. (La réponse devra être justifiée en s'appuyant sur les informations apportées par les différents documents)

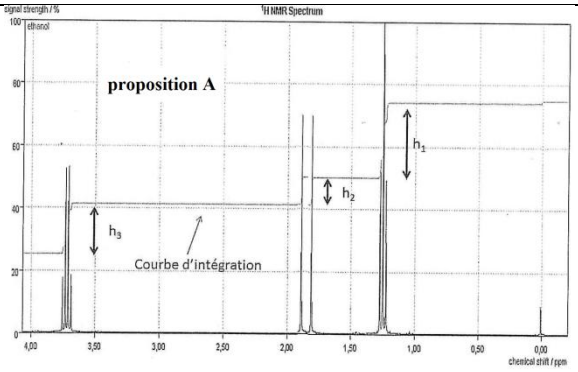


Document 2a : Spectroscopie Infrarouge de l'espèce chimique notée A (en phase liquide). Spectre IR1

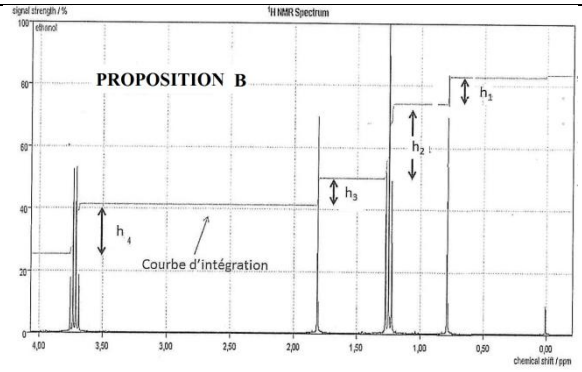


Document 2b : Spectroscopie Infrarouge de l'éthanol en phase liquide. Spectre IR2

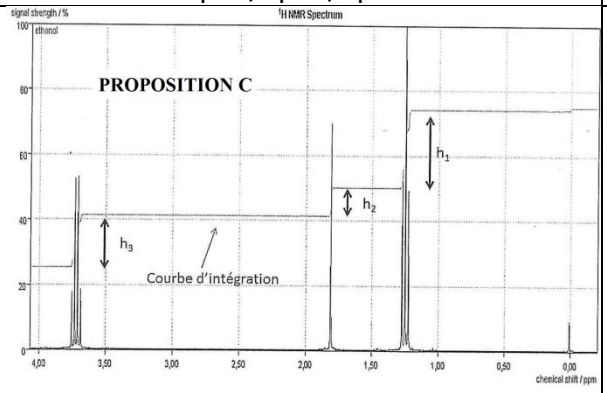
Liaison	$C_{tét} - C_{tét}$	$C_{tét}$ - H	$C_{tét}$ - H	***Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR***	
Nombre d'onde (cm^{-1})	1000-1250	1415-1470	2800-3000		
Liaison	C = O (acide)	C = O (carbonyle)	C = O (ester)	$C_{tét}$ - O	$C_{tét}$: carbone tétragonal (4 liaisons simples)
Nombre d'onde (cm-1)	1680-1710	1650-1740	1700-1740	1050-1450	



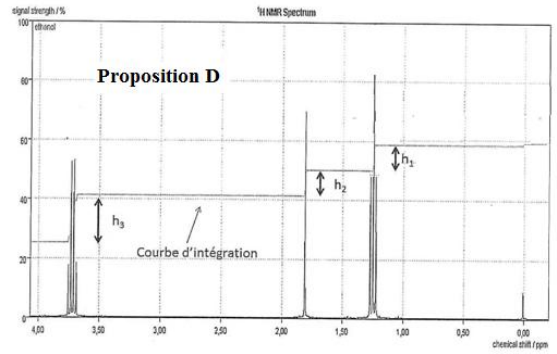
4pics/2pics/3pics



4pics/1pic/3 pics/1pic



4pics/ 1 pic/ 3 pics



4pics/ 1 pic/ 3 pics

Document 3 : 4 propositions de spectre R.M.N. de l'éthanol *(3 fausses et 1 correcte)*

<u>Deuxième partie</u> : Sécurité routière

Des éthylotests sont désormais à la disposition des automobilistes pour détecter la présence d'éthanol dans l'air expiré et donner une indication sur le taux d'alcoolémie.

Éthylotests de catégories A

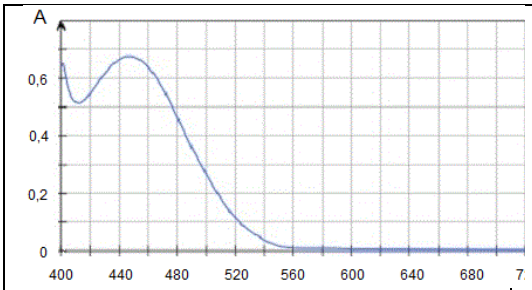
Ils sont constitués d'un tube rempli d'un solide imprégné d'une solution acidifiée de dichromate de potassium $2\,K^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq)$. Au contact de l'éthanol, les ions dichromate , $Cr_2O_7^{2-}(aq)$, oxydent l'éthanol en acide éthanoïque avec formation d'ions, $Cr^{3+}(aq)$ vert.

Si l'air expiré contient de l'éthanol, un changement de couleur s'opère sur une longueur grossièrement proportionnelle à la concentration en alcool de l'air expiré; la précision est de l'ordre de 20 %.

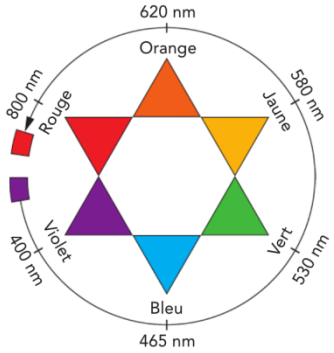
document 4

document 5 : mode d'emploi succinct de l'éthylotest A

- *Gonfler le ballon sans le tube.*
- *Adapter le tube.*
- *Dégonfler le ballon en pressant sur le ballon.*
- *Un changement de couleur trahira la présence d'éthanol dans l'air expulsé.*



document 6 : spectre d'absorption d'une solution de dichromate de potassium (Les ions potassium sont incolore en solution)



document 7

2. Préciser la couleur prise par le contenu du tube en cas : (Les réponses devront être justifiées)
   # d'absence d'éthanol dans l'air expiré
   # de présence d'éthanol dans l'air expiré

<u>Troisième partie</u> : Etude d'un produit dérivé de l'éthanol

Sous l'action de bactéries *acétobacter*, l'éthanol s'oxyde pour former de l'acide éthanoïque. Cette transformation est mise à profit pour la fabrication de vinaigre à partir de boissons alcoolisées comme le vin et le cidre.

Le vinaigre blanc est une solution aqueuse d'acide éthanoïque.

Composition d'un vinaigre blanc dont le degré d'acidité est à déterminer.
(On notera HA l'acide éthanoïque et A^- l'ion éthanoate)

[HA] (mol.L^{-1})	[A^-] (mol.L^{-1})	[H_3O^+] (mol.L^{-1})	[HO^-] (mol.L^{-1})
9,96 x 10^{-1}	3,97 x 10^{-3}	3,97 x 10^{-3}	2,52 x 10^{-12}

Document 8

Le degré d'acidité d'un vinaigre indique la masse d'acide éthanoïque présent dans 100 g de vinaigre (soit 100 mL en considérant que la masse volumique du vinaigre soit très voisine de celle de l'eau)
<u>Exemple</u> : Un vinaigre dont le degré d'acidité est 8° signifie qu'il contient 8g d'acide éthanoïque pour 100 g (ou 100mL) de vinaigre.
Document 9

M(C) (g.mol^{-1})	M(H) (g.mol^{-1})	M(O) (g.mol^{-1})
12	1,0	16

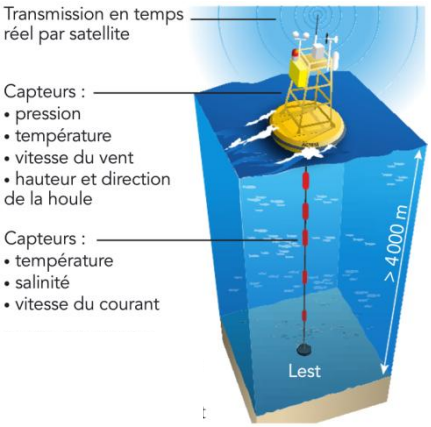
Document 10

3.1 Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
3.2 Justifier, à l'aide du document 8, le caractère acide du vinaigre.
3.3 Vérifier que le pK_A du couple acide éthanoïque /ion éthanoate soit égale à 4,8.
3.4 A partir de l'expression de la constante d'acidité K_A du couple HA/A^-, retrouver la relation :
$pH = pK_A + \log\left(\frac{[A^-]_f}{[HA]_f}\right)$.

3.5 Dans l'hypothèse où [HA] = [A^-], quelle serait la valeur du pH de la solution (à justifier à partir de la relation de la question précédente)
3.6 Le document 8 montre que [HA] > [A^-]. Montrer que cette observation soit conforme avec le diagramme de prédominance.
3.7 Vérifier que la masse molaire de l'acide éthanoïque soit égale à 60 g.mol^{-1}.
3.8 Déterminer le degré d'acidité du vinaigre étudié.

EXERCICE N°IV : LA MER SOUS SURVEILLANCE (8 POINTS)

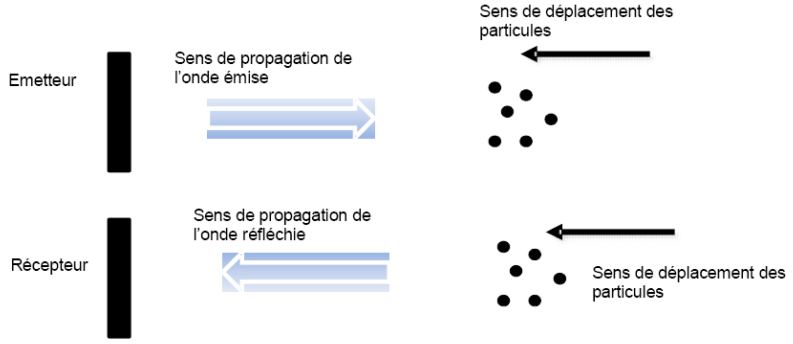
L'Ifremer contribue, par ses travaux et expertises, à la connaissance des océans et de leurs ressources, à la surveillance du milieu marin et du littoral et au développement durable des activités maritimes. À ces fins, il conçoit et met en œuvre des outils d'observation, d'expérimentation et de surveillance, et gère des bases de données océanographiques, collectées en partie par des bouées de surveillance, schématisées ci-contre.



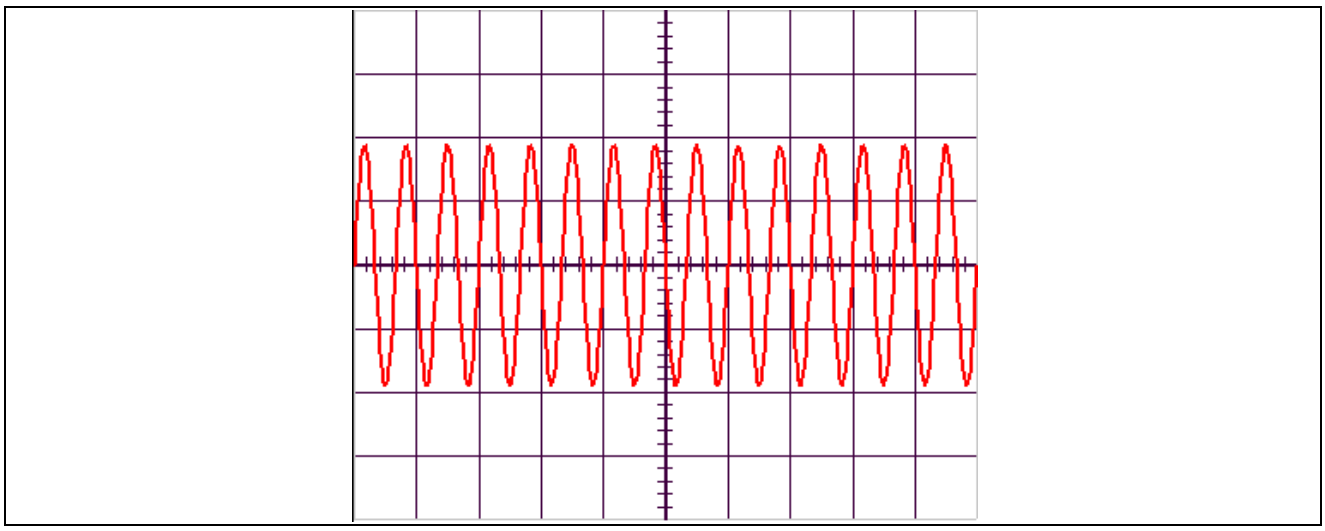
Données pour l'ensemble de l'exercice : vitesse des ondes ultrasonores
Dans l'air v_1 = 340 m.s^{-1} ; dans l'eau v_2 = 1480 m.s^{-1}

Première partie : Le courantomètre
La mesure des courants maritimes ou océaniques fait appel à des appareils,appelés courantomètre. Les appareils les plus récents utilisent les ondes accoustiques. Un dispositif, placé dans les bouées de surveillance, émet des ondes ultrasonores qui sont réfléchies par des particules (plancton, crevettes, sédiments, …) en suspensions entrainées par le courant.

Principe du courantomètre
L'onde acoustique est émise à une fréquence $f_{émis}$. La fréquence de l'onde réfléchie vers l'émetteur $f_{reçue}$ dépend de la vitesse de déplacement des particules qui la renvoient. La variation de fréquence notée, δf, s'exprime par la relation :
$\delta f = f_{reçue} - f_{émise} = \frac{2.V.f_{émise}}{c}$; où V est la vitesse des particules par rapport à l'émetteur et c la célérité du son dans le milieu. Les fréquences sont en Hz et les vitesses en m.s^{-1}.
La vitesse V est comptée positivement lorsque les particules se déplacent vers l'émetteur supposé fixe par rapport au fond marin.
Les particules renvoient une partie de l'onde acoustique vers le dispositif ultrasonore. Celui-ci fonctionne tantôt en émetteur et tantôt en récepteur. Les ondes acoustiques sont des ondes longitudinales.


Sens de déplacement des particules
Emetteur
Sens de propagation de l'onde émise
Sens de propagation de l'onde réfléchie
Récepteur
Sens de déplacement des particules

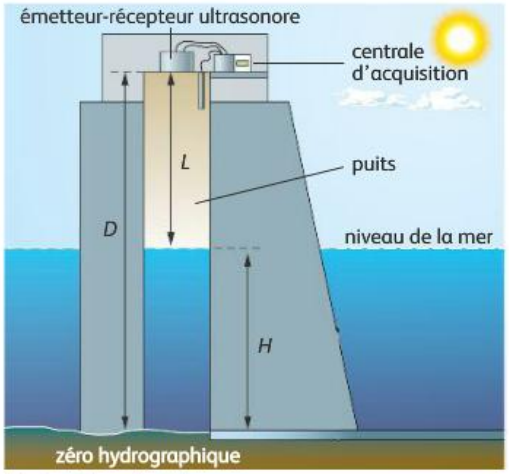
1- Sur quel phénomène physique lié aux ondes fonctionne le courantomètre décrit précédemment ?
2- Expliquer la phrase : « Les ondes acoustiques sont des ondes longitudinales. »
3- L'onde émise a une fréquence de 40,00 kHz, le signal capté par le dispositif, correspondant à l'onde réfléchie, est visualisé sur le document ci-dessous. La durée de l'enregistrement vaut $3{,}726.10^{-4}$ s.



Déterminer la fréquence de l'onde réfléchie.
4- En déduire la vitesse du courant océanique et le sens de déplacement des particules par rapport à la bouée.

<u>Deuxième partie</u> : Le marégraphe

Depuis 1992, l'enregistrement des hauteurs des marées sur les côtes françaises se fait à l'aide de marégraphes numériques permanents, appelés MCN (Marégraphes Côtiers Numériques).
Le MCN est équipé d'un télémètre constitué d'un émetteur et d'un récepteur d'ultrasons placés au-dessus de l'eau. Il émet des salves courtes d'ultrasons et détecte le signal réfléchi par la surface de l'eau. Le temps écoulé entre l'émission et la réception du signal est alors traduit en hauteur d'eau.
Le schéma de l'observatoire de Brest-Penfeld ci-contre illustre ce principe.



Principe du marégraphe.

5- Exprimer la durée Δt écoulée entre l'émission et la réception d'une salve d'ultrasons, en fonction de L et v, où v désigne la célérité du son dans l'air.
6- La hauteur H de la marée est repérée par rapport à une référence appelée « zéro hydrographique ».

$$\text{Démontrer la relation } H = D - \frac{v \times \Delta t}{2}.$$

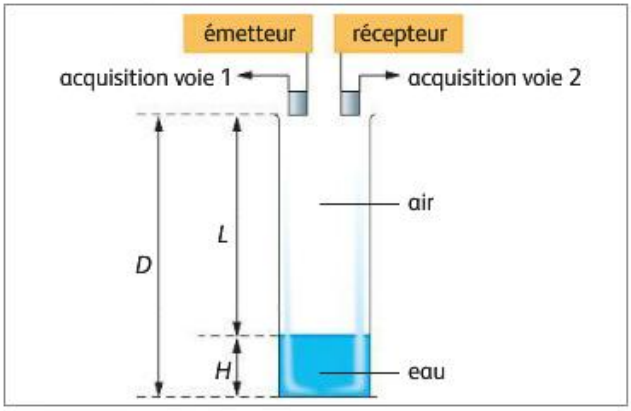
7- Le télémètre est placé à 15 mètres au-dessus du zéro hydrographique. Le tableau ci-dessous donne un extrait des hauteurs de marées mesurées le Vendredi 11 octobre 2013 à Saint-Malo.

Calculer la durée Δt, qui a permis de calculer la hauteur d'eau à marée basse à 18h51.

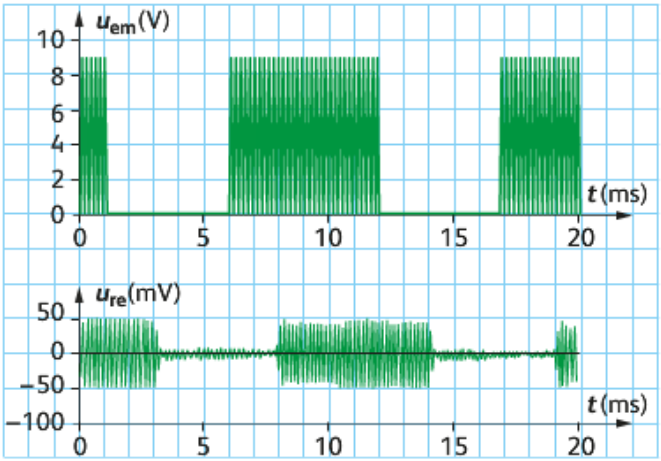
Date	Heure	Hauteur H
Vendredi 11/10/13	06h22	3,24 m
	11h54	10,57 m
	18h51	3,40 m

Un élève décide de mettre en œuvre, avec le matériel du lycée (une grande éprouvette, un dispositif d'acquisition, un émetteur et un récepteur d'ultrasons en mode salves), le principe du marégraphe à ultrasons. Il réalise le dispositif ci-dessous.

8- L'enregistrement des tensions u_{em} (émetteur) et u_{re} (récepteur) apparaît sur le document ci-dessus.



Montage de l'élève.



Acquisition des signaux de l'émetteur et du récepteur.

Calculer la hauteur d'eau H que l'élève a placée dans l'éprouvette.
Donnée : D = 53,0 cm

9- L'expérience est proposée en séance de TP à l'ensemble de la classe avec la même hauteur d'eau dans l'éprouvette. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7
H (en cm)	19,1	18,9	18,6	19,2	19,0	19,0	19,5

Déterminer l'incertitude de répétabilité U (H) avec un niveau de confiance de 99%.
Écrire le résultat sous la forme $H_{moy} \pm U(H)$.

- Pour une série de n mesures indépendantes donnant des valeurs mesurées m_k, l'**écart type de la série de mesures** est :

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}(m_k - m)^2}{n-1}}$$

où $\overline{m}$ est la **valeur moyenne de la série** de mesures, que l'on notera aussi m_{moy}.
L'écart type est obtenu en utilisant les fonctions statistiques d'une calculatrice ou d'un tableur.

- **L'incertitude de répétabilité** associée à la mesure est $U(M) = k \times \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$.

Elle dépend du nombre n de mesures indépendantes réalisées, de l'écart type de la série de mesures et d'un coefficient k appelé **facteur d'élargissement**.

- Le **facteur d'élargissement** k dépend du nombre de mesures réalisées et du niveau de confiance choisi.

Sa valeur figure dans un tableau issu de la loi statistique dite « loi de Student ».

Un extrait de ce tableau est donné ci-dessous pour un nombre de mesures compris entre 2 et 16, et pour des niveaux de confiance de 95 % et de 99 % :

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$k_{95\ \%}$	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,15	2,13
$k_{99\ \%}$	63,7	9,93	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17	3,11	3,06	3,01	2,98	2,95

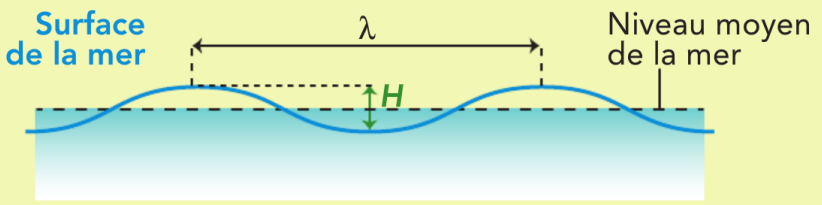
D'après Livre de TS-Hachette Education

<u>Troisième partie</u> : Le simulateur et l'énergie houlomotrice

La houle possède une énergie considérable, appelée énergie houlomotrice et peut être récupérée afin de produire de l'électricité.

Qu'est-ce que la houle ?

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer provoqué par un champ de vent éloigné de la zone d'observation.
La houle est caractérisée par sa hauteur H, sa période temporelle T et sa longueur d'onde λ.



D'après Livre de TS-Hachette Education

Les rendements attendus de l'énergie houlomotrice sont bien supérieurs à ceux produits, par l'éolien.

Cependant, les obstacles au recours à l'énergie des vagues sont importants :

- la corrosion des matériels immergés ;
- les problèmes de fragilité liés à l'amarrage des éléments en mer ou à l'utilisation de systèmes mécaniques mobiles dans un milieu très agité ;
- les enjeux environnementaux : les installations côtières peuvent défigurer le paysage et les installations offshore (au large des côtes) peuvent interférer sur la faune, la circulation maritime et les activités de pêche.

D'après Les vagues : un mouvement à exploiter - Planète Energies

Une équipe de techniciens souhaite étudier l'impact d'une telle station offshore. Ils simulent à l'aide d'une cuve à ondes différentes situations.

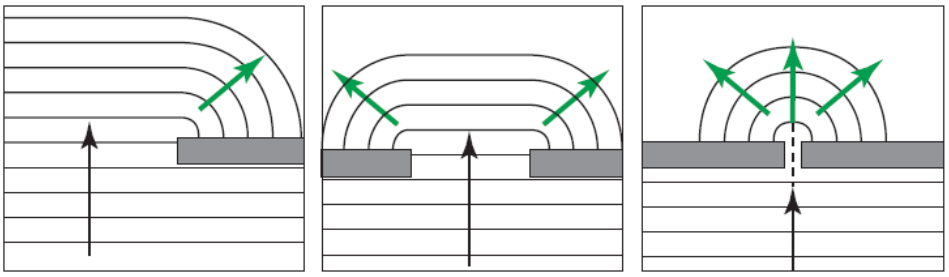
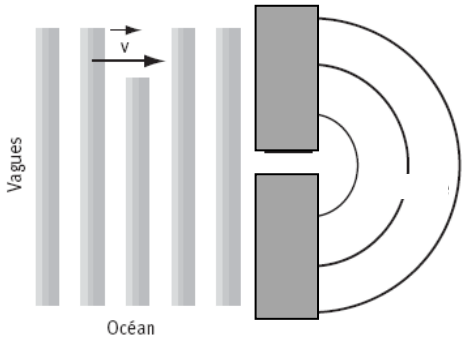


Schéma 1 Schéma 2 Schéma 3



Station Offshore

10- Quel phénomène physique est illustré par ces différentes simulations ? Quel paramètre l'influence ?

La houle est qualifiée d'onde mécanique,

11- Qu'est ce qu'une onde mécanique ?

La cuve à ondes possède un vibreur de fréquence 25,0 Hz. Il provoque des ondes, assimilables à la houle, qui se propagent à la surface de la cuve.
La distance d, entre neuf lignes de crêtes consécutives, est 8,10 cm.

12- Quel est l'intérêt de mesurer la distance entre le pus grand nombre possible de crêtes pour déterminer d ?

13- Quelle est la longueur d'onde de l'onde se propageant à la surface de l'eau ?

14- Calculer la célérité de cette onde.